

**Projets : Enherbement et biodiversité en
viticulture**

(BIODIVITI 2017-2019)

(RHONAR, 2019 - 2020)

(VITIFLORA, 2020 - 2022)

Rapport final de synthèse

Août 2023



(Photo : Luca Santoro)

Jussy(GE), août 2023, Nicolas Delabays

Résumé

L'installation d'un couvert végétale permanent dans les vignes présente des avantages bien documentés, notamment aux niveaux de la réduction de l'usage des herbicides, de la protection du sol et de la promotion de la biodiversité. Ces couvertures ne sont cependant pas toujours exemptes de désavantages : compétition hydro-azotée, entretien, risques de gel. Pour assurer les bénéfices de ces couverts, et limiter leurs impacts négatifs potentiels, un choix ciblé des espèces à installer constitue un des outils à disposition des producteurs. C'est avec cet objectif que plusieurs projets ont été réalisés ces dernières années, avec le soutien du canton (OCAN/GE).

Aujourd'hui, des mélanges optimisés, répondant au mieux aux diverses contraintes pédo-climatiques des parcelles viticoles, et adaptés aux (multiples) objectifs agronomiques et environnementaux des producteurs, peuvent être proposés.

De compositions et de proportions variables, ces mélanges s'appuient principalement sur les espèces suivantes, sur lesquelles de nombreuses observations ont pu être rassemblées ces dernières années :

Graminées	Légumineuses	Labiées	Autres
<i>Agrostis capillaris</i>	<i>Médicago lupulina</i>	<i>Clinopodium vulgare</i>	<i>Achillea millefolium</i>
<i>Bromus tectorum</i>	<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Origanum vulgare</i>	<i>Bellis perennis</i>
<i>Festuca rubra</i>		<i>Prunella vulgaris</i>	<i>Potentilla verna</i>
<i>Poa compressa</i>		<i>Thymus pulegioides</i>	<i>Sanguisorba minor</i>

Ces mélanges permettent d'assurer, sur la durée, un niveau de qualité I, et même, dans certaines situations, d'atteindre le niveau de qualité II. Comparativement aux mélanges viticoles standards, leur moindre vigueur (taille et production de biomasse aérienne réduites) autorise une réduction de l'intensité des fauches requises pour l'entretien du couvert, une réduction estimée à 30 % environ. Cependant, le pouvoir concurrentiel de ces espèces vis-à-vis de la culture mériterait encore d'être précisé.

A noter que ces espèces offrent en nature des variations morphologiques et phénologiques intéressantes : un travail de sélection ciblé, voire de création de lignées, devrait permettre d'optimiser encore leur utilisation comme couvert viticole.

Parallèlement, des expérimentations concernant les techniques de gestion des couverts se justifient encore, en vue de piloter au mieux la composition des couverts et l'évolution de leur végétation : roulage, fauchage, broyage, griffage ; fréquence et intensité des interventions ; zonages, ... Ce point est particulièrement important pour la gestion d'espèces ciblées, par exemple pour les plantes menacées au bénéfice d'un programme de protection en milieu viticole : si elles sont simplement rajoutées au mélange, un régime de fauches classique s'avère peu adapté à leur pérennisation, comme nous avons pu l'observer dans le cadre d'un premier essai réalisé avec le souci des champs (*Calendula arvensis*).

1. Introduction

Plusieurs projets, en lien avec l'enherbement des vignes et la promotion de la biodiversité dans le vignoble, ont été réalisés ces dernières années avec le soutien du canton de Genève (OCAN): BIODIVITI (2017-2019), RHONAR (2019-2020), VITIFLORA (2020-2022).

Le premier projet (BIODIVITI), réalisé de 2017 à 2019, était consacré au développement de mélanges de graines pour l'enherbement des inter-rangs des cultures spéciales pérennes. Il était issu d'une requête du réseau agro-environnemental genevois « Mandement-Avril » : la majeure partie de la SAU de la région couverte par ce réseau est constituée de vignobles ; pourtant, aucune vigne n'était inscrite dans les structures de promotion de la biodiversité. Deux contraintes retenaient les viticulteurs : la limitation du nombre de fauches autorisées, et la nécessité de garantir un niveau de qualité I sur plusieurs années. Or, des résultats obtenus dans le cadre d'un essai antérieur de comparaison de mélanges viticoles suggéraient qu'un choix judicieux des espèces d'un mélange semé (compositions et proportion) pouvaient offrir des garanties pour le respect de ces contraintes (Delabays *et al.* 2016).

Ce projet BIODIVITI a fait l'objet d'une suite : le projet VITIFLORA, portant sur la période 2020 - 2022. Parmi ses objectifs figuraient le suivi botanique des premières parcelles mises en place avec le mélange optimisé, ceci afin de documenter l'évolution à long terme de la végétation de ces couvertures, en particulier en ce qui concerne leur biodiversité (qualité I et II). Il comprenait également la réalisation, sur le vignoble de l'Etat (GE), d'un essai de comparaison de couverts viticoles : engazonnements permanents, couvertures temporaires, enherbement spontané, sol nu : une expérimentation visant à documenter, en comparaison directe, les impacts des différents couverts sur le sol, la culture et la biodiversité. Une des justifications de cette expérimentation découlait de l'intérêt grandissant, en viticulture (et en arboriculture), pour l'utilisation de couverts temporaires. Afin de consolider, et mieux cibler, les conseils techniques prodigués pour l'entretien du sol en viticulture, il était nécessaire de préciser les intérêts et limites de ces différents couverts. Enfin, le projet VITIFLORA incluait un volet sur la promotion d'espèces bénéficiant d'un programme de protection prioritaire sur le canton de Genève, et susceptibles de trouver refuge dans les vignobles.

Parallèlement, le projet RHONAR (2019 - 2020), visait plus spécifiquement la promotion ciblée de l'enherbement du vignoble de la région Rhône-Arve, en vue de la protection de la nappe phréatique du Genevois. Ce projet incluait la réalisation d'un inventaire des parcelles non enherbées de la zone considérée, puis, sur la base d'une analyse des risques hydrogéologiques, l'élaboration de mélanges optimisés pour les parcelles problématiques.

Le présent rapport propose une synthèse détaillée des résultats obtenus dans le cadre de ces divers projets. Il inclut également des éléments rassemblés lors de la réalisation d'autres expérimentations, également consacrées à l'enherbement des cultures spéciales, notamment les projets AGROSCOPE (2019-2021, hepia), NOGLYPHOS (2020-2021, HES-SO) et VIGNE-SOL (2021-2024, OFAG), ce dernier toujours en cours de réalisation.

2. Enjeux et acquis

2.1 Bref rappel des enjeux

L'installation d'un couvert végétal permanent dans les vignes présente des avantages aujourd'hui bien documentés : protection du sol, amélioration de sa portance et de son activité biologique, diminution du lessivage des substances nutritives et des produits phytosanitaires, réduction de l'usage des herbicides. Parallèlement, un tel couvert participe à la promotion de la biodiversité, y compris fonctionnelle, dans l'agrosystème ; et il peut même, parfois, contribuer à la conservation de plantes menacées. Ces couvertures ne sont cependant pas toujours exemptes de désavantages : compétition pour l'eau et l'azote, avec ses effets potentiellement négatifs sur la qualité de la vendange, entretien, risques de gel accrus. Le tableau 1 liste les avantages et les inconvénients pouvant résulter de l'installation d'un couvert végétal permanent dans une vigne (Delabays *et al.* 2019). La mise en place et l'entretien de ces couverts dans les vignobles doivent donc être gérés de manière à conserver leurs avantages, tout en limitant les possibles inconvénients. Parmi les outils à disposition du viticulteur figure le semis du couvert avec un choix ciblé d'espèces (Delabays *et al.* 2000) ; un choix complexe qui va dépendre de multiples facteurs : outre les conditions pédoclimatiques et agronomiques (cépage, mode de conduite, mécanisation) de la parcelle, il conviendra de précisément définir et pondérer les objectifs prioritaires du viticulteur (figure 1).



Figure 1. En viticulture comme dans les autres cultures spéciales pérennes, le rang de culture, ou cavaillon (en jaune), est une zone dont l'entretien est plus difficile que l'inter-rang (en bleu) : des espèces différentes pourront ainsi être recommandées selon les zones considérées (Photo M. Mota).

Tableau 1. Avantages et inconvénients, au niveau du sol, de la culture et de l'environnement, pouvant résulter de l'installation d'une couverture végétale permanente dans une vigne (Delabays et al. 2019).

	Avantages	Défauts possibles
Sol	Réduction de l'érosion	Développement d'un feutrage en surface
	Amélioration structurale	
	Fixation de l'azote atmosphérique	
	Activité biologique (fertilité)	
Management		Coupes (régime)
		Glissement (pente)
		Pérennité aléatoire (maintien du couvert)
Vigne	Maîtrise de la vigueur	Dégâts de gel
		Compétition hydro-azotée (qualité de la vendange et du vin)
Phytosanitaire	Promotion de la biodiversité fonctionnelle (auxiliaires)	Maladies (microclimat en zone des grappes)
		Epidémiologie (hôtes de vecteurs ou de maladies) Hôtes de ravageurs
Environnement	Réduction de l'usage des herbicides	Développement de plantes envahissantes
	Reduction du ruissellement (pesticides and nutriments)	
	Promotion de la biodiversité	
	Conservation d'espèces protégées	
	Fixation du carbone	

2.2 Quelques acquis des projets BIODIVITI et RHONAR

Les projets BIODIVITI et RHONAR ont déjà fait l'objet de rapports détaillés (Delabays, 2020 ; Delabays 2021). Nous reprenons ici leurs principaux résultats, ceux qui nourriront notre présente synthèse.

2.2.1. Mélanges optimisés (Delabays, 2020)

Initialement, l'objectif était donc de trouver des mélanges répondant à des objectifs de prime abord contradictoires : d'un côté, les espèces qui les composent doivent être peu vigoureuses, pour limiter le nombre de fauches nécessaires, minimiser les interférences avec la culture et permettre l'expression d'une flore diversifiée ; d'un autre côté, elles se doivent d'être pérennes, et capables de limiter le développement des adventices indésirables et des plantes typiques des prairies grasses.

A cette fin, un premier mélange pilote, composé de 14 espèces, a été élaboré et testé dans un réseau de parcelles de référence. Parallèlement, des essais ciblés ont été installés pour vérifier le potentiel d'espèces particulièrement prometteuses (Delabays, 2020).

Concernant la biodiversité, sur la durée du projet (3 années : 2017 – 2019) le niveau de qualité I a été garanti sur l'ensemble des parcelles du réseau, certaines approchant, ou atteignant même, le niveau de qualité II.

Comparativement aux mélanges viticoles standards, nous estimons à au moins 30 % la réduction du nombre de coupes nécessaires à l'entretien du couvert (figure 2).



Figure 2. Parcelle n°4 (Marcelin), le 15 avril 2019: à gauche, mélange viticole standard (OH); à droite, mélange pilote MCS5c.

Plusieurs espèces se sont avérées intéressantes pour un enherbement optimal des inter-rangs : *Achillea millefolium*, *Bromus tectorum*, *Clinopodium vulgare*, *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Poa compressa*, *Prunella vulgaris*. Plusieurs d'entre elles, et plus particulièrement certains de leurs écotypes, présentent des caractéristiques (habitus nanisant ou traçant) permettant d'envisager leur utilisation pour la couverture sur le rang de culture (cavaillon).

Concrètement, le choix d'un mélange optimal dépend de multiples facteurs pédo-climatiques, ainsi que des conditions agronomiques (cépage, mode de conduite, mécanisation) et des objectifs prioritaires du producteur, notamment en regard des divers avantages et contraintes listés au tableau 1. Un mélange vraiment optimisé ne devrait ainsi être établi que sur la base d'une discussion approfondie avec le producteur, et une visite des parcelles concernées. Néanmoins, sur la base des observations rassemblées dans le cadre du projet BIODIVITI, une synthèse a pu être présentée sous forme d'un tableau (tableau 2), avec la proposition de 4 mélanges de base (compositions et proportions) à choisir en fonction des conditions pédo-climatiques (sec et humide) et des priorités du producteur (agronomie et/ou biodiversité).

Tableau 2. Mélanges de base proposés pour l'enherbement permanent des vignes. Espèces et proportions (en % du poids, y compris le ballast de semis) pour un semis d'automne (fin-août).

Conditions sèches, sol léger et superficiel				Conditions humides, sol profond et argileux			
Agronomie		Biodiversité		Agronomie		Biodiversité	
<i>Achillea millefolium</i>	0.1	<i>Achillea millefolium</i>	0.1	<i>Achillea millefolium</i>	0.1	<i>Achillea millefolium</i>	0.1
<i>Bromus tectorum</i>	20	<i>Bromus tectorum</i>	20	<i>Poa compressa</i>	15	<i>Bellis perennis</i>	0.05
<i>Festuca rubra</i>	0.5	<i>Clinopodium vulgare</i>	0.3	<i>Sanguisorba minor</i>	0.7	<i>Bromus tectorum</i>	20
<i>Lotus corniculatus</i>	0.5	<i>Medicago lupulina</i>	0.5	<i>Trifolium repens</i>	5.0	<i>Clinopodium vulgare</i>	0.3
<i>Medicago lupulina</i>	0.5	<i>Lotus corniculatus</i>	0.5			<i>Lotus corniculatus</i>	0.5
<i>Poa compressa</i>	10	<i>Poa compressa</i>	5			<i>Medicago lupulina</i>	0.5
<i>Sanguisorba minor</i>	0.7	<i>Prunella vulgaris</i>	0.2			<i>Poa compressa</i>	5
		<i>Sanguisorba minor</i>	0.7			<i>Prunella vulgaris</i>	0.2
		<i>Thymus pulegioides</i>	0.4			<i>Sanguisorba minor</i>	0.7

2.2.2. Situation de l'enherbement dans la Champagne genevoise (Delabays 2021)

Parmi nos projets consacrés à l'entretien des sols viticoles, il en est un qui s'inscrivait plus spécifiquement dans le plan d'action cantonal de réduction des risques liés à l'utilisation des produits phytosanitaires : le projet RHONAR. Il visait une promotion ciblée de l'enherbement du vignoble de la région Rhône-Arve, avec des objectifs de protection de la nappe phréatique du Genevois. Il incluait notamment la réalisation d'un inventaire des parcelles non enherbées de la zone considérée, puis, sur la base d'une analyse des risques hydrogéologiques, l'élaboration de mélanges optimisés pour les parcelles problématiques.

A ce jour, les études hydro-géologiques ont permis de confirmer que les zones sensibles se situaient prioritairement sur les communes de Chancy, Avusy, Laconnex et Soral, mais les dynamiques hydrologiques souterraines s'avèrent complexes : à ce stade, il est encore difficile de déterminer

avec précision les secteurs et voies d'infiltration principaux. Les zones prioritaires sont probablement situées sur le coteau de La Feuillée et sur les versants de La Laire.

Un inventaire systématique des modes d'entretien du sol (enherbement, travail mécanique, mulching, désherbage chimique) des quelques 200 parcelles viticoles sises sur les communes concernées a donc été effectué durant la saison 2019. Concernant les inter-rangs, il ressort de cet inventaire que 56 % des parcelles sont intégralement enherbées, 14 % le sont partiellement (1 inter-rang sur 2, en règle générale), et 30 % sont entièrement désherbées chimiquement (tableau 3).

Tableau 3. Répartition (en %) des différents modes d'entretien des sols dans les parcelles viticoles des communes de Chancy, Avusy, Laconnex et Soral (2019).

	Herbicides	Enherbés	Enherbés 1 rang sur 2	Paillage/ compost	Mécanique	Douteux*
Inter-rangs	27	56	10	4	1	3
Cavaillon	82	1	-	1	8	8

*Flore présente lors de l'inventaire, mais désherbage chimique très probablement appliqué durant la saison

Concernant le cavaillon, 8 % des parcelles sont désherbées mécaniquement, et 0.5 % (1 parcelle) enherbées ; plus de 90 % des vignes sont donc désherbées chimiquement sous le rang de culture. Cet inventaire constitue un descriptif précis de la situation, qui permettra de documenter l'évolution des pratiques ces prochaines années.

Ces dernières années, nous avons participé à plusieurs séances spécifiques, ainsi qu'aux séances techniques annuels (CETA Viti), pour présenter les enjeux particuliers de l'enherbement dans la région (protection de la nappe phréatique), proposer des mélanges adaptés (par exemple, pour le vignoble de La Feuillée (GE) : *Bromus tectorum*, *Clinopodium vulgare*, *Festuca rubra*, *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Poa compressa*, *Prunella vulgaris*, *Bellis perennis*, *Thymus poligioides*), et assurer un conseil technique personnalisé. Aujourd'hui, les viticulteurs de la zone concernée sont parfaitement informés des enjeux agronomique et environnementaux de l'enherbement. Ce vignoble reste néanmoins confronté à des difficultés techniques et des contraintes objectives (risques de gels, compétitions hydro-azotées, topographie, mode de conduite) qui constituent un obstacle à l'enherbement intégral des parcelles les plus défavorables.

3. VITIFLORA

Outre la fourniture de conseils pour la promotion de l'enherbement, dans le prolongement du projet RHONAR, le projet VITIFLORA comportait trois volets : 1) un suivi à long terme des 3 parcelles de référence du projet BIODIVITI (celles semées en 2016), 2) un essai de comparaison directe des impacts agronomiques et botaniques de divers couverts, permanents et temporaire, et 3) la promotion d'espèces menacées susceptibles de trouver refuge dans des parcelles viticoles.

3.1. Suivi de parcelles de référence

Dans le cadre du projet BIODIVITI, toutes les parcelles du réseauensemencées avec un des mélanges MCS atteignaient le niveau de qualité I à fin 2029 (Delabays, 2020). Une des parcelles abritait même une diversité botanique suffisante pour lui conférer, sur cette base seule, la qualité II ; et 3 autres disposaient de la diversité minimale leur permettant, avec la prise en compte d'autres éléments de structure, de l'atteindre. Il était par ailleurs très probable que l'adjonction des espèces spécifiquement présentes dans les tournières, qui n'avait pas été inventoriées dans le cadre de nos relevés, permettent à au moins 5 autres parcelles d'atteindre ce niveau. L'évolution générale de 2019 montrait cependant un appauvrissement relatif de la biodiversité floristique des parcelles, avec une augmentation de la part des espèces prairiales classiques, en particulier *Lolium perenne* et *Trifolium repens*.

Dans le cadre du projet VITIFLORA, les 3 parcelles les plus anciennes,ensemencées à l'automne 2016 avec le mélange MSC 1a (tableau 4), ont fait l'objet d'un suivi botanique régulier jusqu'à ce jour (dernier relevé : le 18 juillet 2023), soit un suivi portant sur pratiquement 7 années.

Tableau 4. Composition du mélange (le MCS 1a), installé en 2016 sur les 3 premières parcelles du réseau BIODIVITI (Delabays, 2020)

Espèces
<i>Achillea millefolium</i>
<i>Agrostis capillaris</i>
<i>Bellis perennis</i>
<i>Bromus tectorum</i>
<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Medicago lupulina</i>
<i>Origanum vulgare</i>
<i>Poa compressa</i>
<i>Pimpinella saxifraga</i>
<i>Potentilla neumanniana</i>
<i>Prunella vulgaris</i>
<i>Sanguisorba minor</i>
<i>Thymus pulegioides</i>
<i>Veronica chamaedrys</i>

Les tableaux 5 à 7 présentent de manière synthétique l'évolution de la végétation observée dans ces parcelles de référence entre 2017 et 2023.

Tableau 2. Evolution de la végétation dans la parcelle de référence n° 1 (Bernex/GE)

Année	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Nbr relevés	4	6	4	3	4	3	2
Espèces semées	9	11	11	10	9	10	11
Espèces spontanée	34	41	38	31	29	22	19
Total espèces	43	52	49	40	38	32	30
Espèces dominantes : > 10 % lors d'un des relevés (% maximal de couverture durant la saison). En vert, espèces du mélange semé	<i>Achillea millefolium</i> (60) <i>Veronica persica</i> (30) <i>Polygonum aviculare</i> (20) <i>Medicago lupulina</i> (10) <i>Prunella vulgaris</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (50) <i>Bromus tectorum</i> (40) <i>Trifolium repens</i> (30) <i>Clinopodium vulgare</i> (10) <i>Picris hieracioides</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (40) <i>Bromus tectorum</i> (30) <i>Trifolium repens</i> (20)	<i>Achillea millefolium</i> (40) <i>Trifolium repens</i> (20) <i>Sanguisorba minor</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (60) <i>Trifolium repens</i> (20) <i>Veronica persica</i> (20) <i>Thymus pulgioides</i> (10) <i>Sanguisorba minor</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (60) <i>Sanguisorba minor</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (40) <i>Sanguisorba minor</i> (20) <i>Lolium perenne</i> (10) <i>Plantago lanceolata</i> (10)

Tableau 3. Evolution de la végétation dans la parcelle de référence n° 2 (Bernex/GE)

Année	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Nbr relevés	4	4	3	3	4	3	3
Espèces semées	5	10	8	6	6	7	7
Espèces spontanée	26	32	25	26	24	21	20
Total espèces	31	42	33	32	30	28	27
Espèces dominantes : > 10 % lors d'un des relevés (% maximal de couverture durant la saison). En vert, espèces du mélange semé	<i>Polygonum aviculare</i> (20) <i>Medicago lupulina</i> (20) <i>Trifolium repens</i> (20) <i>Sanguisorba minor</i> (10)	<i>Trifolium repens</i> (30) <i>Achillea millefolium</i> (20) <i>Bromus tectorum</i> (20) <i>Crepis setosa</i> (10) <i>Medicago lupulina</i> (10) <i>Plantago lanceolata</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (20) <i>Lolium perenne</i> (20) <i>Trifolium repens</i> (20)	<i>Achillea millefolium</i> (30) <i>Trifolium repens</i> (30) <i>Lolium perenne</i> (20) <i>Clinopodium vulgare</i> (10) <i>Plantago lanceolata</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (30) <i>Trifolium repens</i> (30) <i>Lolium perenne</i> (20) <i>Plantago lanceolata</i> (20)	<i>Achillea millefolium</i> (10) <i>Poa compressa</i> (10) <i>Tarof officinalis</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (10) <i>Clinopodium vulgare</i> (10) <i>Lolium perenne</i> (10)

Tableau 4. Evolution de la végétation dans la parcelle de référence n° 3 (Russin/GE)

Année	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Nbr relevés	4	5	3	4	4	3	3
Espèces semées	11	10	10	10	7	6	7
Espèces spontanée	22	26	29	26	25	22	18
Total espèces	33	36	39	36	32	28	25
Espèces dominantes : > 10 % lors d'un des relevés (% maximal de couverture durant la saison). En vert, espèces du mélange semé	<i>Convolvulus arvensis</i> (30) <i>Polygonum aviculare</i> (30) <i>Achillea millefolium</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (30) <i>Trifolium repens</i> (20) <i>Sanguisorba minor</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (30) <i>Lolium perenne</i> (10) <i>Trifolium repens</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (50) <i>Lolium perenne</i> (10) <i>Trifolium repens</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (70) <i>Sanguisorba minor</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (50) <i>Sanguisorba minor</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (40) <i>Plantago lanceolata</i> (10) <i>Sanguisorba minor</i> (10)

Globalement, l'appauvrissement progressif de la diversité floristique semble se confirmer ; mais parallèlement, les fréquences relatives semblent s'équilibrer avec le temps (dominance moins forte des espèces principales). En tous les cas, nos 3 parcelles respectent toujours les critères de qualité I, et disposent de la diversité floristique minimale (points-végétation \geq à 3) nécessaire à l'obtention de la qualité II. Une d'entre elle (Bernex 1), grâce à la présence spontanée d'ail des vignes (*Allium vineale*) et de muscari (*Muscari comosum*), offre même une richesse spécifique suffisante pour remplir les critères de la qualité II sur la base exclusive de la végétation (points-végétation \geq à 6).

Parmi les espèces semées, se maintiennent partout *Achillea millefolium* et *Sanguisorba minor*, ainsi que, plus modestement, *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Poa compressa* et *Prunella vulgaris*. Seules 2 espèces du mélange initiale ont totalement disparu de nos 3 parcelles de référence : *Pimpinella saxifraga* et *Veronica chamaedrys*. A noter que *Potentilla neumanniana* est apparue tardivement (2022), et modestement, dans la parcelle de Bernex 1.

Achillea millefolium, en particulier, a parfois présenté une dominance importante, potentiellement problématique (jusqu'à 70 % de couverture à Russin en 2021), même si elle semble bien s'atténuer avec le temps, avec l'équilibrage progressif déjà mentionné. L'espèce contribue assurément à une réduction de la diversité spécifique du couvert ; mais parallèlement, elle participe à la limitation du développement des espèces des prairies grasses, en particulier de *Lolium perenne* et *Trifolium perenne*. De fait, les espèces de ray-grass ont été bien maîtrisées, et le trèfle rampant, qui semblait en augmentation les premières années, est clairement en régression en 2022 et 2023.

Enfin, les observations effectuées sur le brome des toits (*Bromus tectorum*) méritent d'être relevées : l'espèce est une graminée annuelle hivernale, affectionnant les sols plutôt grossiers, et souvent présente dans les zones rudérales. Elle ne correspond donc pas à la situation d'un enherbement permanent en parcelles viticoles, et de fait, elle a tendance à progressivement disparaître des parcelles ensemencées (mais avec une présence maintenue sur le cavaillon). Cependant, elle est toujours bien présente les premières années, et son rôle de protection des semis, déjà observé dans nos essais antérieurs (Delabays et al.2016), s'est confirmé dans nos observations.

Aujourd'hui, pour l'élaboration de mélanges optimisés, on peut relever, de manière synthétique, les points suivants :

- limiter sensiblement la proportion d'*Achillea millefolium*, voire ne conserver l'espèce que dans les sites nécessitant une stabilisation du sol,
- conserver la proportion de *Sanguisorba minor*,
- conserver, voire légèrement augmenter, la proportion de *Thymus pulegioides* dans les parcelles plutôt « séchardes » et chaudes,
- augmenter la part de *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina* et *Prunelle vulgaris*,
- adapter la proportion de *Poa compressa*, en fonction notamment du potentiel de compétition de *Lolium perenne*,
- utiliser *Bromus tectorum* comme protecteur de semis lors des installations d'automne

Plus généralement, sur la base de nos observations et expériences empiriques de ces dernières années, et en fonction des conditions pédo-climatiques de la parcelle, ainsi que des objectifs prioritaires du producteurs et de ses éventuelles contraintes (cf. tableau 1), l'utilisation des espèces suivantes peut être envisagée (tableau 3) :

Tableau 3 : *Espèces de différentes familles, utilisables pour l'élaboration de mélanges destinés à l'enherbement permanent des inter-rangs des cultures spéciales pérennes (arboriculture, viticulture, pépinières). Les compositions et les proportions des mélanges dépendront de conditions pédo-climatiques de la parcelle, des objectifs du producteurs, ainsi que des contraintes techniques et financières.*

Graminées	Légumineuses	Labiées	Autres
<i>Agrostis capillaris</i>	<i>Médicago lupulina</i>	<i>Clinopodium vulgare</i>	<i>Achillea millefolium</i>
<i>Bromus tectorum</i>	<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Origanum vulgare</i>	<i>Bellis perennis</i>
<i>Festuca rubra</i>		<i>Prunella vulgaris</i>	<i>Potentilla verna</i>
<i>Poa compressa</i>		<i>Thymus pulegioides</i>	<i>Sanguisorba minor</i>

3.2. Essai de comparaison de couverts viticoles

Dans le prolongement du développement des mélanges optimisés (MCS) (Delabays 2020), le projet VITIFLORA inclut donc la mise en place et le suivi, sur le vignoble de l'Etat (GE), d'un essai de comparaison de couverts viticoles. En effet, de nombreuses expérimentations, plus ou moins empiriques, sont aujourd'hui réalisées, notamment chez des viticulteurs ; mais il existe peu d'essais de comparaison rigoureux et systématique, menés sur la durée, avec des observations et des mesures sur la dynamique de la végétation et le comportement de la culture. L'essai, mis en place en automne 2020, sous la forme d'un design expérimental classique en blocs randomisés à 4 répétitions, compare, sur des parcelles élémentaires de 50 m², 6 procédés : Témoin sol nu, Enherbement spontané, Couvert temporaire « Mélange été », Couverte temporaire « Mélange automne », Couvert permanent viticole standard (HO semences), Couvert permanent optimisé (MSC) (figure 3a). Chaque parcelle élémentaire est par ailleurs équipée de capteurs permettant de suivre en continu les conditions de température et d'humidité du sol et de l'air (figure 3b).

Le tableau 5 présente la composition des différents mélanges semés.

Des observations régulières ont donc été effectuées dans le cadre de cet essai, sur le sol, la couverture végétale et la culture, notamment lors de la réalisation de travaux de bachelor (TB) (Santoro 2021, Gindroz, 2023). Une publication scientifique détaillée sera rédigée à l'issue d'un dernier TB qui s'achèvera à l'automne 2024 ; mais les principaux résultats obtenus à ce jour sont brièvement exposés ci-après.



Figures 3a (à gauche) et 3b (à droite). Essai de comparaisons de couverts viticoles, installé sur le domaine de l'Etat de Genève (Bernex/GE), équipé de capteurs de température et d'humidité

Tableau 5. Composition des mélanges semés dans le cadre de l'essai de comparaison des couverts viticoles

VITI-été (7.5 g/m ²)		VITI-automne (10 g/m ²)	
<i>Brassica rapa</i>	4	<i>Brassica rapa</i>	3 %
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	5.34 %	<i>Pisum sativum</i> L. subsp. <i>sativum</i> var. <i>arvense</i>	20 %
<i>Trifolium alexandrinum</i>	10.67 %	<i>Vicia faba</i>	37 %
<i>Vicia sativa</i> (de printemps)	26.67 %	<i>Trifolium incarnatum</i>	10 %
<i>Trifolium incarnatum</i>	13.34 %	<i>Secale cereale</i>	30 %
<i>Secale cereale</i>	40 %		
OH-viticole (10 g/m ²)		MCS-optimisé (10 g/m ²)	Ballast de semis compris
<i>Lolium perenne</i>	40 %	<i>Achillea millefolium</i>	0.1 %
<i>Festuca rubra</i> t.	26 %	<i>Bellis perennis</i>	0.05 %
<i>Poa pratensis</i>	10 %	<i>Bromus tectorum</i>	20 %
<i>Festuca rubra</i> r.	14,5 %	<i>Lotus corniculatus</i>	1 %
<i>Agrostis capillaris</i>	5 %	<i>Medicago lupulina</i>	1 %
<i>Sanguisorba minor</i>	0,1 %	<i>Poa compressa</i>	5 %
<i>Lotus corniculatus</i>	1.9 %	<i>Prunella vulgaris</i>	0.2 %
<i>Medicago lupulina</i>	2 %	<i>Sanguisorba minor</i>	0.5 %
<i>Achillea millefolium</i>	0.5 %	<i>Thymus polegioides</i>	0.3 %

3.2.1. Principaux résultats

Végétation

Les figures 4 à 8 exposent l'évolution de la flore observée avec les différents couverts en comparaison¹.

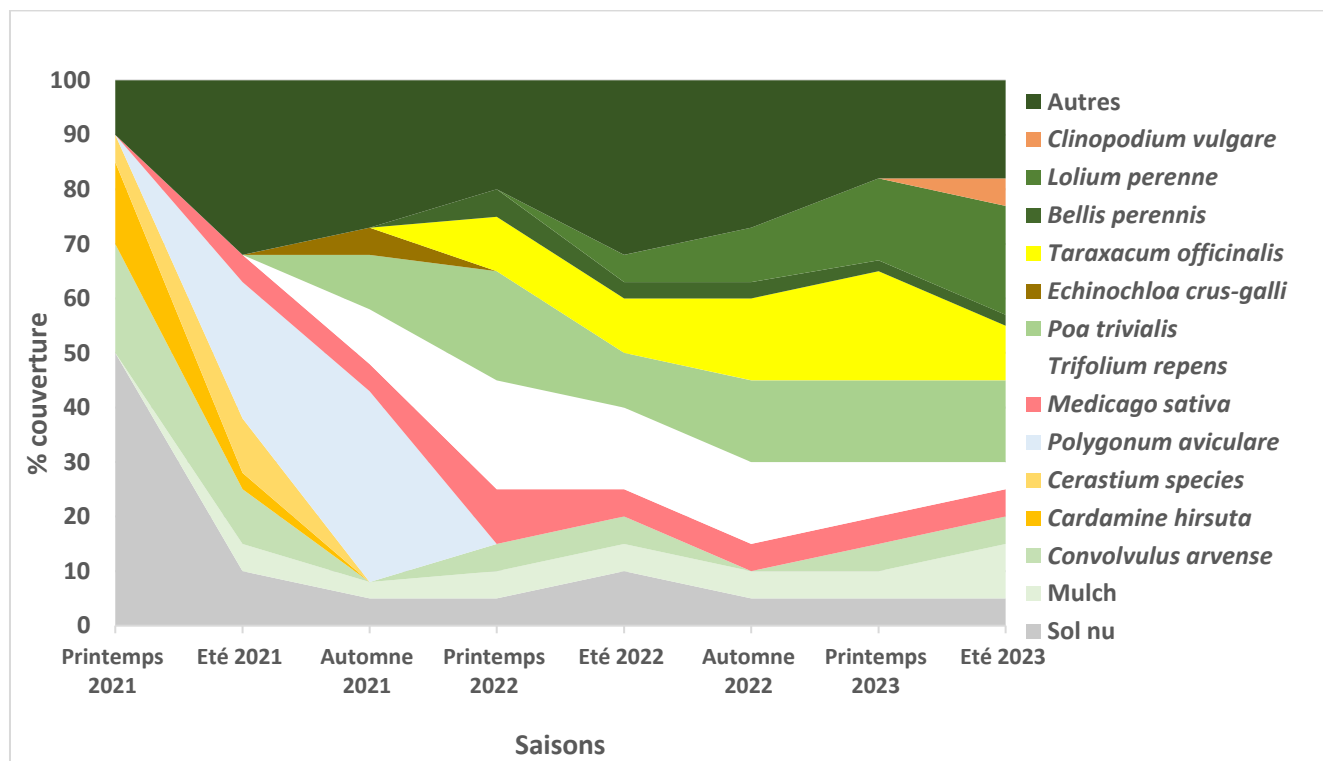


Figure 4. Evolution de la végétation observée dans le procédé « Enherbement spontané ».

Globalement, dans le procédé « Enherbement spontané » (figure 4), le développement de la végétation suit le schéma classique de l'installation progressive d'une prairie grasse. Néanmoins, formellement, à l'été 2023, le couvert conserve un statut de qualité I, les espèces prairiales typiques (*Lolium sp.*, *Poa sp.*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens*) n'atteignant pas les 2/3 de la couverture végétale. A noter la présence importante dans cette parcelle de *Polygonum aviculare*, une espèce qui domine largement à l'automne 2021, ainsi que la présence persistante de *Medicago sativa*, une plante agressive (puissant pivot racinaire), et potentiellement problématique, qui avait été semée comme engrais vert avant la plantation de la nouvelle vigne.

Le mélange viticole standard présente également l'évolution attendue, avec la forte dominance des graminées prairiales semées (*Lolium perenne*, *Poa pratensis* et *Festuca rubra*) (figure 5).

¹ Sur les graphiques, ne figurent spécifiquement que les espèces qui ont, à l'occasion d'au moins un des relevés de végétation effectués, assuré au moins 5% de couverture du sol. Les autres espèces sont regroupées dans la catégorie « Autres ».

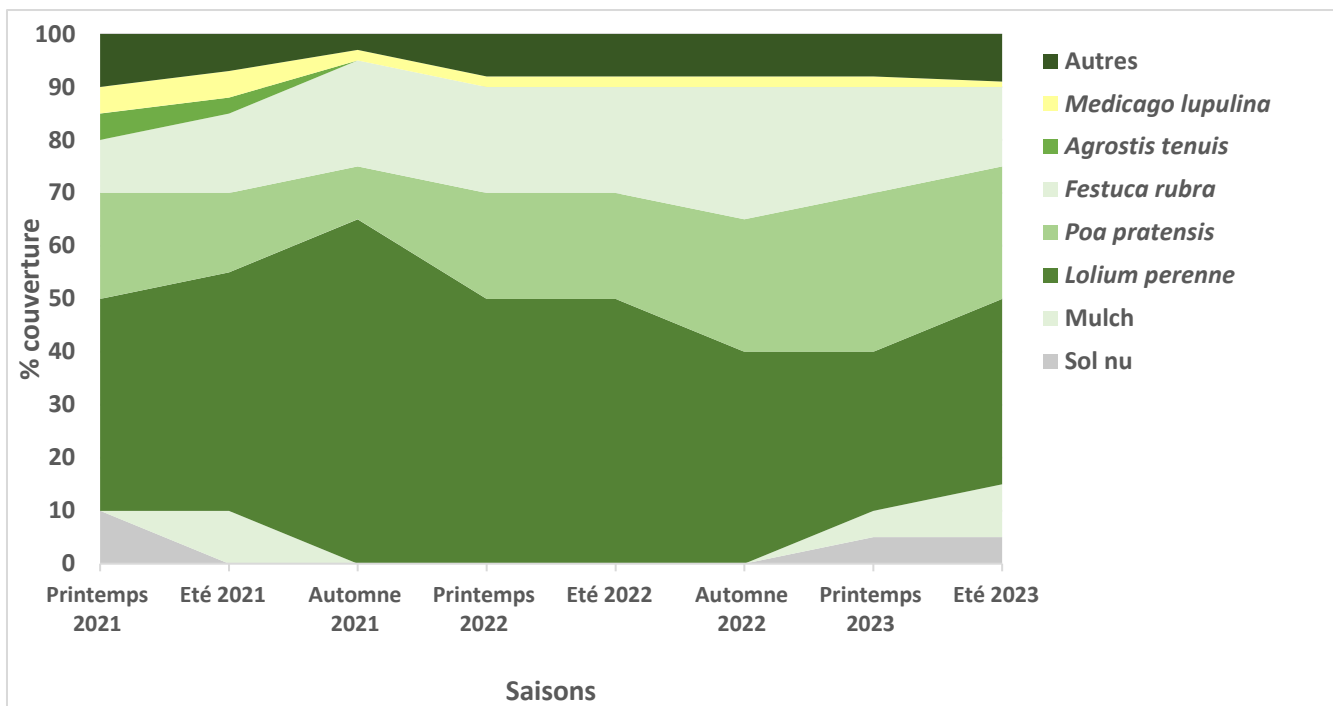


Figure 5. Evolution de la végétation observée dans le procédé « mélange viticole standard » (OH Semence).

Ce type de mélange garantit effectivement une rapide et bonne couverture du sol, mais il reste très vigoureux (nombreuses fauches requises) et ne permet pas le développement d'une biodiversité intéressante : de fait, il n'atteint pas le niveau de qualité I.

La figure 6 expose l'évolution de la végétation observée avec le mélange MCS (mélange cultures spéciales)

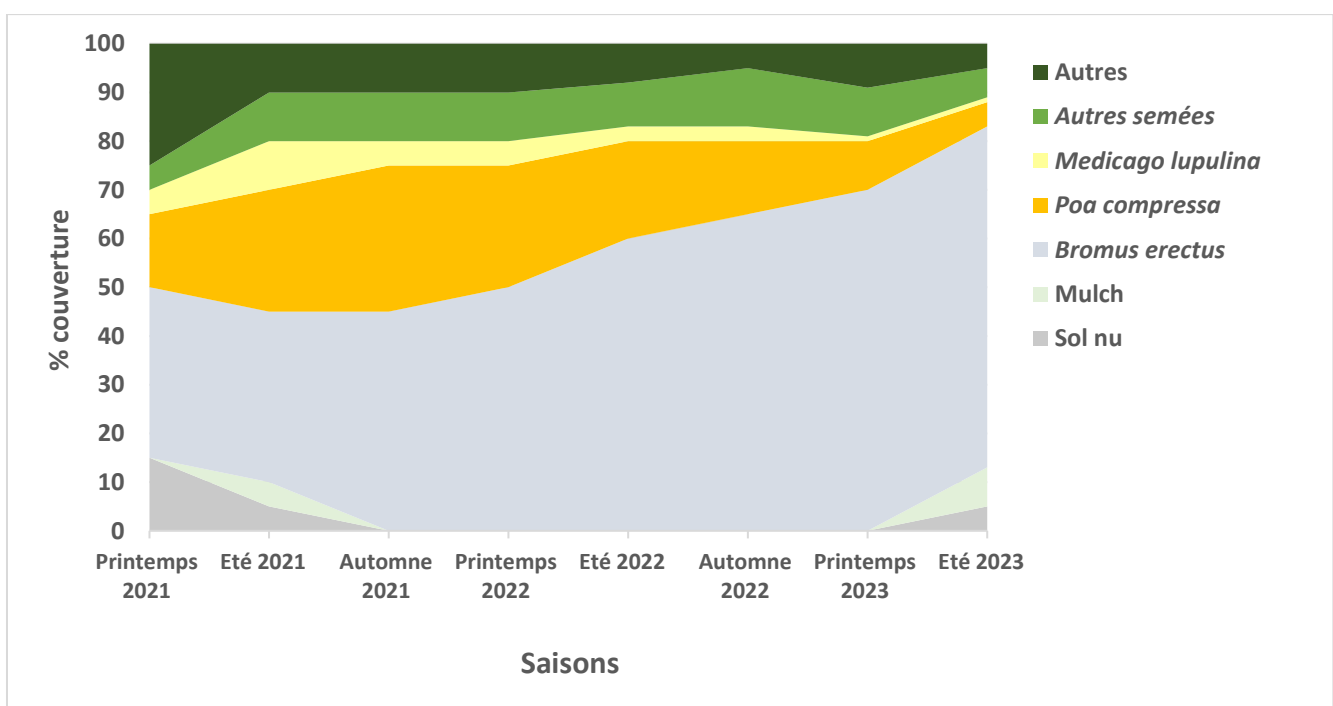


Figure 6. Evolution de la végétation observée dans le procédé MCS (Mélange cultures spéciales)

Très clairement, lors de la constitution du lot de semences d'origine, semé à l'automne 2020, une confusion a été faite entre 2 espèces de brome : *Bromus tectorum* et *Bromus erectus*. C'est bien la seconde espèce qui s'est exprimée et développée, et qui domine aujourd'hui la couverture dans ce procédé (figure 6). Contrairement à *B. tectorum*, *B. erectus* est une vivace, plus vigoureuse et, très probablement, plus concurrentielle².

Avec ce mélange, les espèces prairiales indésirables ont bien été maîtrisées, et le couvert répond formellement au critère de la qualité I. La dominance importante et grandissante du *Bromus erectus* limite cependant l'expression d'une riche biodiversité. Il impose parallèlement un régime de fauches plus intense que celui requis par le mélange MCS correctement constitué.

Enfin, les figures 7 et 8 présentent les dynamiques de végétation observées avec les mélanges temporaires « Été » et « Automne », élaborés par le FiBL

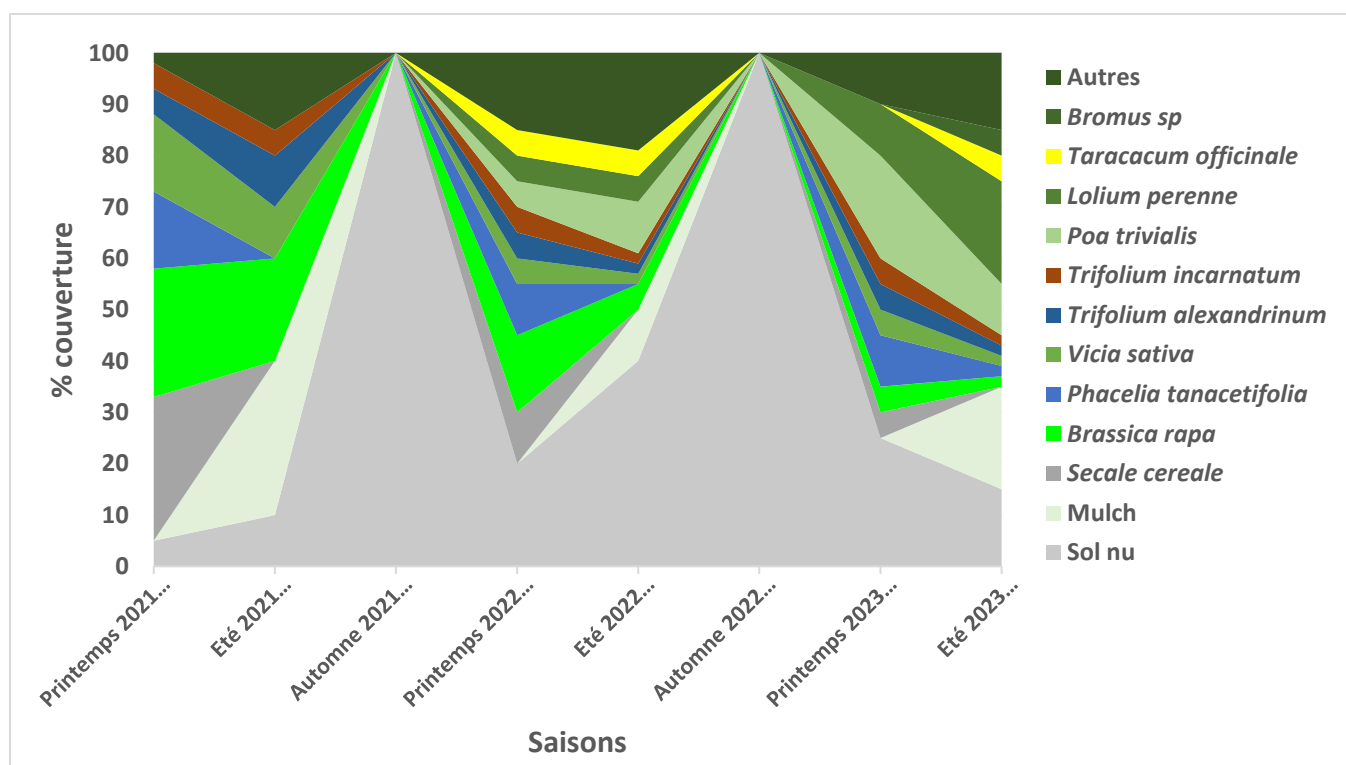


Figure 7. Evolution de la végétation observée dans le procédé « mélange temporaire Été »

² De prime abord, les caractères « vigoureux » et « concurrentiel » d'une espèce semblent liés. Cependant, cette liaison est parfois trompeuse : ce point, important pour l'évaluation des couvertures végétales, est discuté plus en détails au § 4.

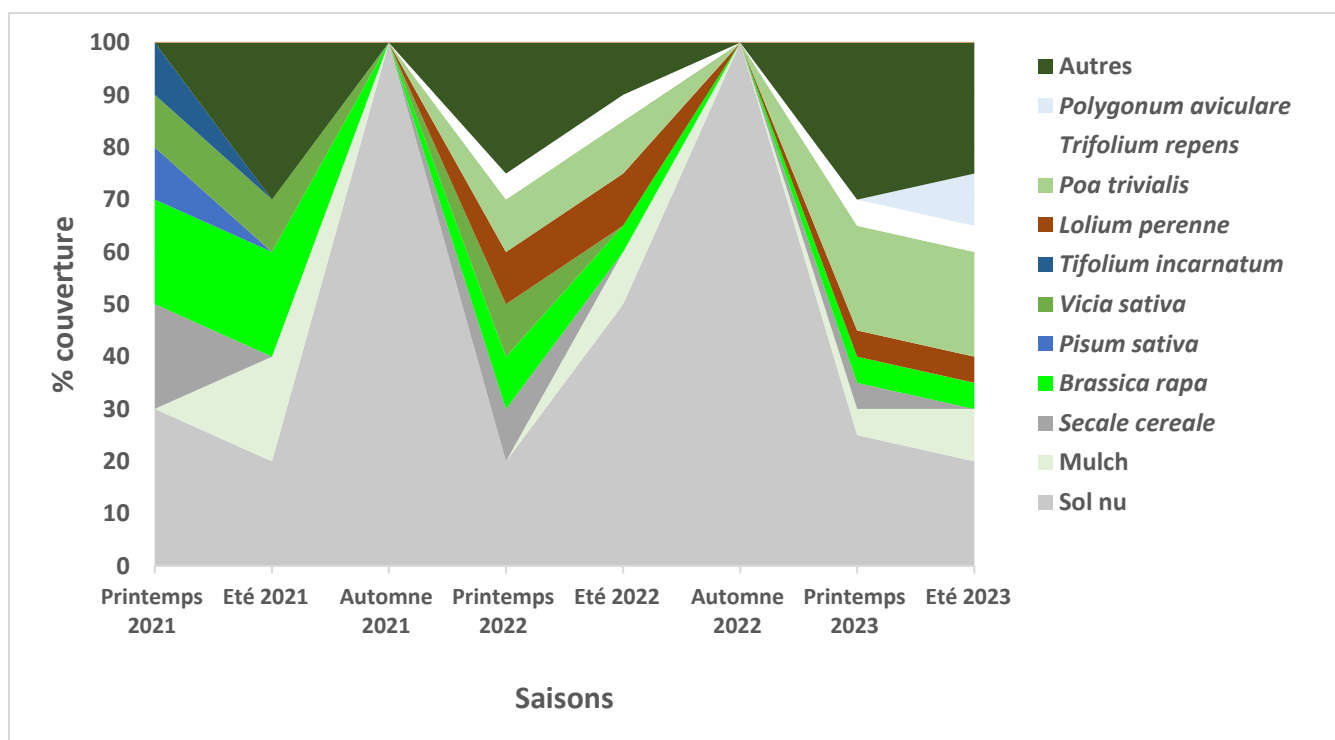


Figure 8. Evolution de la végétation observée dans le procédé « mélange temporaire Automne »

Avec ces mélanges temporaires, les relevés de printemps permettent de juger du succès de l'installation des semis l'automne précédent : si les espèces semées ont assuré une bonne couverture au printemps 2021, ce ne fût pas le cas en 2022 et 2023, malgré des conditions de semis apparemment favorables les automnes précédents. Assurément, la maîtrise du semis demeure, avec celle de la destruction de ces couverts temporaires au printemps, un des enjeux techniques majeurs pour le déploiement de cette pratique en viticulture. Parallèlement, la biodiversité floristique observée avec ces procédés reste décevante ; dans le cadre de cet essai, ce sont surtout des espèces prairiales indésirables qui se sont installées durant les périodes d'« inter-cultures » : *Poa trivialis*, *Lolium perenne* et *Trifolium repens*, notamment

Autres observations

A ce stade de l'essai, aucune différence significative n'a été observée concernant l'évolution des températures et des conditions hydriques entre les différents procédés. Par ailleurs, les caractéristiques du sol (taux de matière organique et structuration) ne semblent pas s'améliorer avec l'utilisation des couverts temporaires ; elles semblent même légèrement se péjorer comparativement aux procédés avec un couvert permanent : conséquences probablement des travaux du sol exigés pour les semis annuels des mélanges temporaires. Enfin, concernant le comportement de la culture, aucune incidence significative sur l'état hydrique de la vigne n'a été mesurée, même si, en 2023, les couverts temporaires se sont montrés en moyenne légèrement moins concurrentiels. Sur tous ces points, une publication scientifique détaillée sera rédigée à l'issue de la dernière année d'expérimentation (fin 2024).

3.3. Promotion d'espèces menacées

Certaines espèces bénéficiant d'un programme de protection sur le canton de Genève sont susceptibles de trouver refuge dans les vignobles : *Allium carinatum*, *Althaea hirsuta*, *Alyssum alyssoides*, *Anthericus liliago*, *Calendula arvensis*, *Gagea villosa*, *Lamium amplexicaule*, *Lamium hybridum*, *Muscari neglectum*, *Ornithogalum nutans*, *Potentilla argentea*, *Tulipa sylvestris*, *Veronica polita*

Au printemps 2021, des semences de *Calendula arvensis* (souci des champs) étant disponibles au CJB de Genève, un premier essai d'implantation a été installé sur une parcelle viticole du domaine de l'Etat (GE), sur le coteau de Bernex. Trois situations de semis des graines de soucis ont été comparées : en pur, incorporées dans un mélange viticole standard (UFA II), et incorporé dans un mélange optimisé (MCS), plus diversifié et moins concurrentiel.

Les semis ont été effectués le 23 avril, après préparation du sol, dans des parcelles élémentaires d'une dizaine de m², à 3 répétitions (seulement 2 avec le mélange UFA). Des observations sur l'évolution des populations de *C. arvensis* (nbr de fleurs) ont été ensuite effectuées régulièrement (dernier décomptage en juillet 2023).

La figure 9 présente les évolutions mesurées dans les différents procédés.

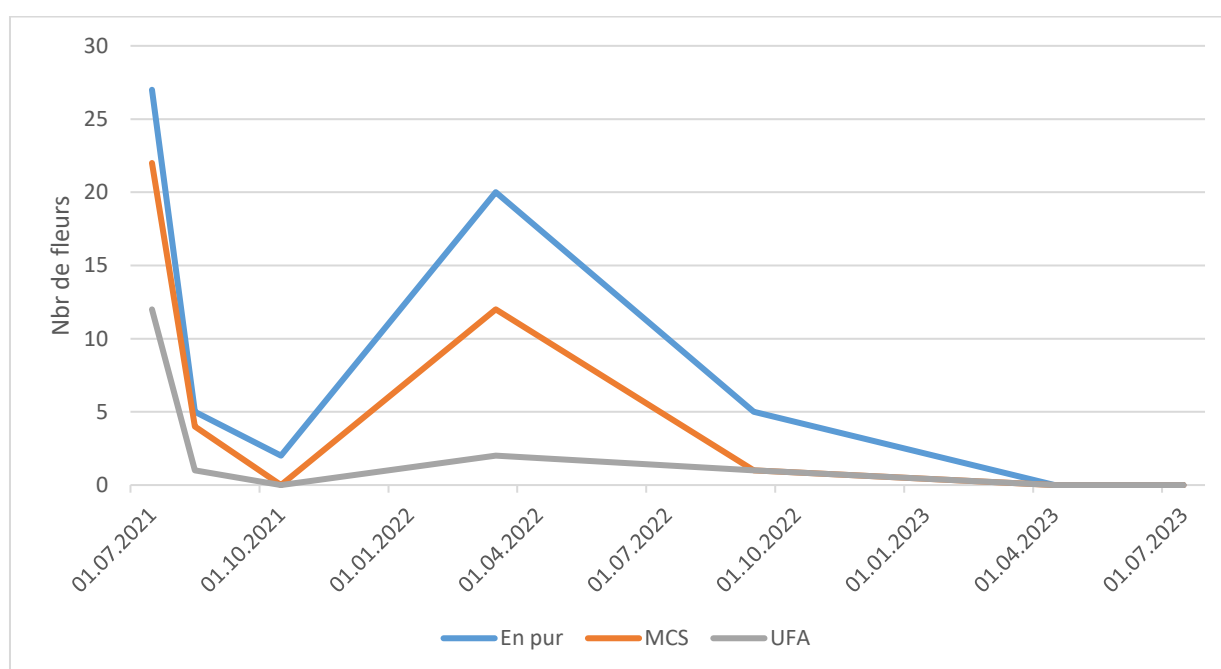


Figure 9. Evolution des populations de *Calendula arvensis* (nbr de fleurs moyen par parcelle élémentaire) après un semis réalisé le 23 avril 2021 selon 3 modalités : 1) semis de *C. arvensis* en pur, 2) incorporation des semences au mélange optimisé MCS et 3) incorporation des semences au mélange viticole UFA II.

Un premier relevé réalisé à fin juin révélait une présence significative de soucis dans les procédés « En pur » et « MCS », et plus sporadiquement dans le mélange UFA. A cette date, dans les parcelles à végétation spontanée (semé en pur), les espèces dominantes étaient *Polygonum aviculare*, *Convolvulus arvensis*, *Echinochloa crus-galli*, ainsi que *Trifolium repens* et *Plantago lanceolata*. Avec le mélange MCS, outre *Polygonum aviculare*, *Convolvulus arvensis* et *Trifolium repens*, s'étaient exprimées les espèces du mélange suivantes : *Lotus corniculatus*, *Prunella vulgaris* et *Poa compressa*. Enfin, avec le mélange UFA, c'est *Lolium perenne* qui dominait très largement.

Le 21 juillet un décomptage des fleurs de souci a été effectué dans l'ensemble des parcelles élémentaires : à cette date, très clairement, la concurrence provoquée par les espèces du mélange UFA, en particulier *Lolium perenne*, limite la germination et le développement des soucis. Les espèces du mélange MCS, moins vigoureuses, interfèrent moins avec leur expression.

Un mois plus tard (17 août), suite probablement à une fauche pratiquée début août (un entretien standard des couverts permanents viticoles) *Calendula arvensis* a fortement régressé dans l'ensemble des parcelles élémentaires, et a même pratiquement disparu avec le mélange UFA (une seule plante encore répertoriée). A cette date, *Trifolium repens*, *Plantago lanceola* et *Polygonum aviculare* dominent largement dans les parcelles à végétation spontanée (semis en pur) ; *Poa compressa* et *Bromus tectorum* dans les parcelles avec le mélange MCS ; et *Lolium perenne* avec le mélange UFA.

Début octobre (6.10.21), quelques fleurs de soucis (*C. arvensis*) subsistent dans une des répétitions du procédé « en pur », mais a disparu des procédés MCS et UFA. Avec ce dernier procédé, *Lolium perenne* assure entre 80 et 90 % de la couverture à cette date. Parallèlement, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* et *Trifolium repens* colonisent progressivement les parcelles ensemencées avec le mélange MCS.

Au printemps 2022 (10 mars), une belle floraison est à nouveau observée dans le procédé « En pur », ainsi que, dans une moindre mesure, dans le procédé « MCS ». Parallèlement, seules quelques rares fleurs se développent dans le procédé UFA. Les populations régressent ensuite dans tous les procédés, puis disparaissent à partir de 2023.

L'installation progressif d'un couvert herbacé permanent, régulièrement fauché, s'avère donc rédhibitoire pour la pérennité de l'espèce. L'utilisation en parallèle d'espèces peu vigoureuses est certes positif, mais un affaiblissement régulier du couvert, éventuellement localisé, semble dans tous les cas nécessaires. Des expérimentations ad hoc seraient aujourd'hui justifiées pour optimiser les protocoles de gestion adéquats.

Plus généralement, pour chaque espèce considérée, une documentation spécifique mériterait d'être établie (cf. Exemple pour *Gagea villosa* à l'annexe 1).

4. Une synthèse et quelques propositions

De nombreuses informations ont donc été rassemblées ces dernières années sur l'installation et la gestion de couverts végétaux en cultures spéciales pérennes. Selon les objectifs prioritaires du producteur, des mélanges optimisés peuvent aujourd'hui être proposés. En particulier, un choix ciblé des espèces semées permet, dans la majorité des cas, de réduire le nombre de fauches nécessaires à l'entretien du couvert et, parallèlement, de garantir un bon niveau de qualité concernant la biodiversité : la qualité I peut être garantie sur le long terme, et la qualité II atteinte dans plusieurs situations.

La production des semences des espèces et lignées proposées est actuellement encore peu développée ; souvent, il ne s'agit donc pas de lots de semences certifiées, ce qui exige des utilisateurs une vérification, notamment concernant la composition (espèces) et les capacités germinatives des graines. Par ailleurs, les observations effectuées sur le terrain, ainsi que quelques expérimentations ciblées (Quarta 2019 ; Balthazar 2021) ont démontré l'existence, chez plusieurs des espèces préconisées, de variations morphologiques et phénologiques intéressantes en vue de l'optimisation de leur utilisation comme couvert viticole ou arboricole : un travail de sélection ciblé pourrait donc aujourd'hui s'avérer très bénéfique.

Concernant les espèces aujourd'hui retenues, des informations précises sur la croissance et la vigueur de leurs parties aériennes ont été rassemblées. Ces données permettent de prévoir et justifier une réduction du régime des fauches, mais elles restent cependant insuffisantes pour préciser le réel pouvoir concurrentiel de ces plantes vis-à-vis de la culture. En effet, la production de biomasse aérienne n'est qu'un des compartiments de l'attribution par une plante des ressources (eau, nutriments, lumière) qu'elle a prélevées dans l'environnement, les 2 autres étant le développement des organes souterrains et la rhizodéposition directe de composés organiques. Or, l'importance relative de ces 3 compartiments peut varier considérablement selon les espèces. Plus généralement, une meilleure connaissance des traits fonctionnels des plantes utilisées serait aujourd'hui nécessaire.

Enfin, des expérimentations concernant les techniques de gestion des couverts se justifient encore, en vue de piloter au mieux la composition des couverts et l'évolution de leur végétation : roulage, fauchage, broyage, griffage ; fréquence et intensité des interventions ; zonages, ... Ce point est particulièrement important pour la gestion d'espèces ciblées, par exemple pour les plantes menacées au bénéfice d'un programme de protection en milieu viticole.

A terme, ce sera l'association optimale entre les espèces utilisées, idéalement des lignées sélectionnées, et les itinéraires techniques de gestion des couverts qui permettra de garantir les bénéfices de ces derniers, tout en limitant leur effets indésirables potentiels.

5. Bibliographie

Delabays N. ; 2020. *Projet: Enherbement et biodiversité en viticulture (BIODIVITI 2017-2019). Rapport final.* hepia, Genève, 25 p.

Delabays N. ; 2021. *Projet: Enherbement et biodiversité en viticulture (RHONAR 2019 - 2020) (VITIFLORA 2020 - 2022). Rapport intermédiaire.* hepia, Genève, 26 p.

Delabays N., Pétremand G., Fleury D.; 2016. Comparaison de 6 mélanges pour l'enherbement viticole dans l'arc lémanique. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic* **48**, 322-329

Delabays N., Spring J.-L., Ançay A., Mosimann E. & Schmid A., 2000. Sélection d'espèces pour l'enherbement des cultures spéciales. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic*. **32**, 95–104.

Delabays N., Grogg A.-F., Mota M., Piantini U. ; 2019. Selection of plant species for permanent ground cover in vineyards: looking for an agronomic and environmental optimum. *BIO Web of Conferences* **15** (42nd World Congress of Vine and Wine), <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191501007>

Agridea ; 2019. Biodiversité – Surface de promotion de la biodiversité, *Fiches techniques Viticulture*, fiche 10.41.

Clavien Y., Delabays N. ; 2006. Inventaire floristique des vignes de Suisse romande: connaître la flore pour mieux la gérer. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic*. **38** (6), 335-341.

Delabays N., Mota M., Piantini U.; 2021. Alternative au glyphosate: sélection d'écotypes allélopathiques et peu concurrentiels pour une maîtrise durable et écologique des adventices en viticulture et arboriculture. Rapport final, HES-SO (Genève, Changins, Sion), 37 p.

Fantasia, S., Delabays, N., Heger, T., Zufferey, V., Noll, D., Lamy, F., Mota, M., 2020. Alternative aux herbicides : choix et entretien d'espèces pour la couverture du rang de culture. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic*. **52** (5), 282-291.

Annexe 1. Espèce menacée à promouvoir dans les vignobles

Exemple de fiche technique (esquisse)

Gagea villosa

Statut protection : quasi mancée (NT)

Lien milieu viticole : espèce associée à l'entretien traditionnel (début XX^{ème} siècle) des vignobles.

Priorité FLORAVI : 1

Cartographie stations actuelle : (joindre carte : site spontané, implantation, ...)

Indices écologiques et conditions pédoclimatiques :

Sol sableux ...

Cycles biologiques :

Apparemment assez complexe : stade adulte (capacité de floraison) atteint après plusieurs années seulement ? Multiplication par semences négligeable ?

Contraintes agronomiques (pratiques agricoles) :

L'espèce bénéficie d'un entretien mécanique superficiel du sol, très précoce, puis tardif (sensible surtout à la destruction des feuilles au printemps). Paradoxalement, dans le cadre de son cycle pérenne, elle peut en partie s'affranchir de la pression des herbicides : sélectivité de position des bulbes vis-à-vis des racinaires, et relativement faible pénétration des foliaires (morphologie et cuticule).

Très peu compétitive vis-à-vis d'un couvert permanent.

Pour des essais d'implantation, privilégier des parcelles avec un entretien mécanique très précoce, et superficiel, du sol.

Semences :

- en stock : (lieu , quantité, qualité)
- récoltes planifiées :
- multiplication en cours :

Essais (effectués et en cours) : protocole, observations, ...